

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-26743

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 27/148

H 0 1 L 27/14

B

27/14

D

29/762

29/76

3 0 1 A

21/339

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-179421

(22) 出願日

平成9年(1997) 7月4日

(71) 出願人 000005843

松下電子工業株式会社

大阪府高槻市幸町1番1号

(72) 発明者 田中 浩司

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業

株式会社内

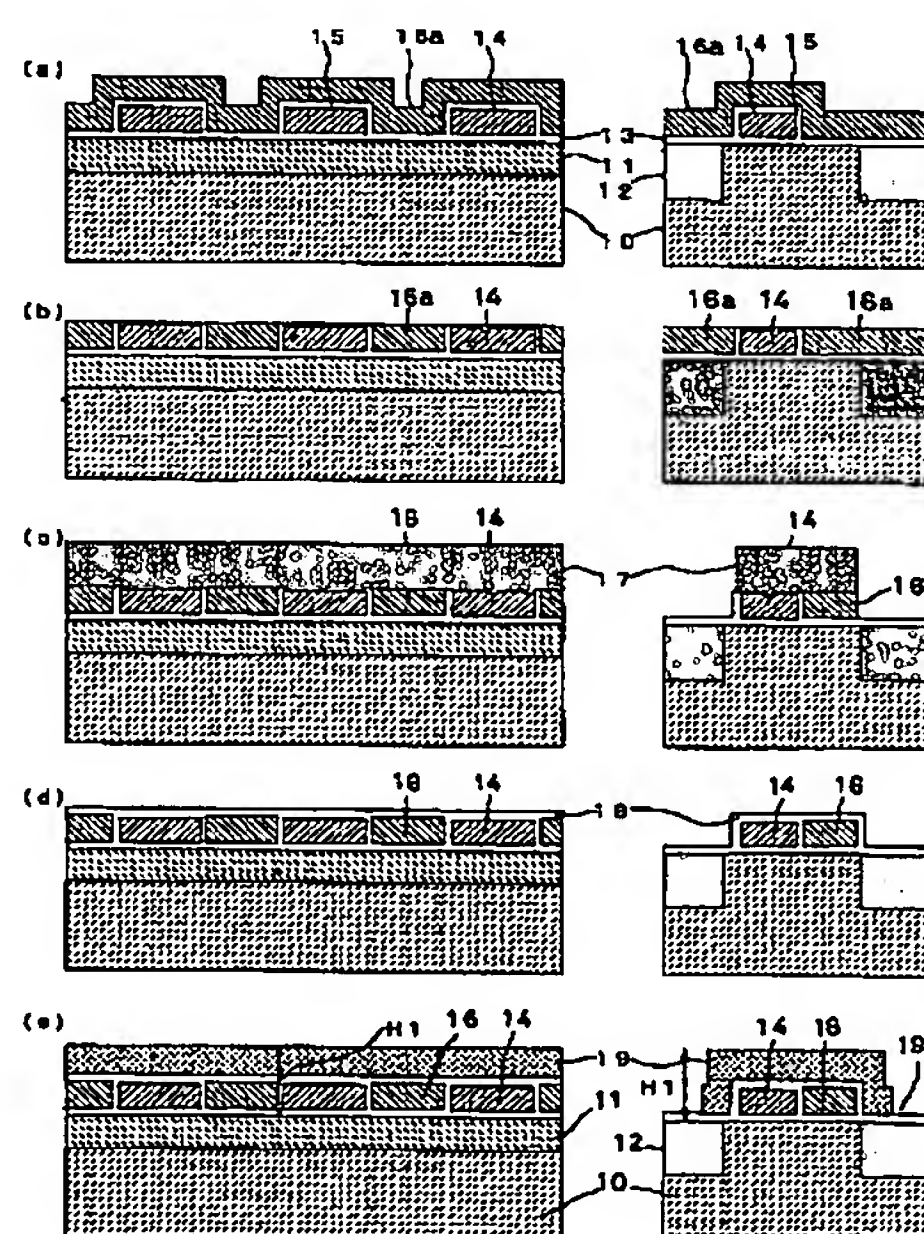
(74) 代理人 弁理士 宮井 暎夫

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 固体撮像装置の斜め入射光量の損失を抑えて感度特性を向上するとともに感度ばらつきを低減し、素子の微細化を図る。

【解決手段】 シリコン基板のp型不純物領域10の所定の領域に、電荷転送領域となるn型不純物領域11と光電変換領域となるn型不純物領域12とを形成した後、ゲート絶縁膜13を形成し、第1のポリシリコンゲート電極14をパターン形成する。絶縁膜15形成後に、第2のポリシリコンゲート電極用のポリシリコン膜16aを全面に形成し、ケミカル・メカニカル・ポリッシング法により研磨して、第1のポリシリコンゲート電極14上のポリシリコン膜16aを除去する。レジスト17を用いてポリシリコン膜16aを第2のポリシリコンゲート電極16にパターン形成する。ポリシリコンゲート電極14、16に重なり部分がないため、遮光膜19のシリコン基板表面からの高さH1を低くできる。



BEST AVAILABLE COPY

14 第1のポリシリコンゲート電極 (第1の電荷転送電極)  
15 絶縁膜  
16 第2のポリシリコンゲート電極 (第2の電荷転送電極)  
16a 第2のポリシリコンゲート電極用のポリシリコン膜  
17 レジスト

(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板表面の複数の所定領域に形成された複数の光電変換領域と、前記半導体基板表面に形成され前記複数の光電変換領域から読み出した電荷を転送する電荷転送領域と、前記電荷転送領域上にゲート絶縁膜を介して電荷転送方向に交互に配置した第1および第2の電荷転送電極と、前記第1および第2の電荷転送電極を覆うとともに前記光電変換領域上に開口部を有した遮光膜とを備えた固体撮像装置であって、前記第1および第2の電荷転送電極に重なり部分が無く、前記第1および第2の電荷転送電極の表面が略同一平面上となるように平坦化したことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】 遮光膜および複数の光電変換領域上の全面を覆い、表面を平坦化した平坦化絶縁膜を設け、前記平坦化絶縁膜上に前記光電変換領域に対応してマイクロレンズ層を設けたことを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。

【請求項3】 一導電型の半導体基板の表面に他導電型の複数の光電変換領域および他導電型の電荷転送領域を形成した後、前記半導体基板の表面にゲート絶縁膜を形成し、前記電荷転送領域上に前記ゲート絶縁膜を介して電荷転送方向に交互に配置した第1および第2の電荷転送電極を形成する固体撮像装置の製造方法であって、前記第1の電荷転送電極をパターン形成した後、前記第1の電荷転送電極を被覆する層間絶縁膜を形成する工程と、前記層間絶縁膜を形成した後、第2の電荷転送電極用の膜を全面に形成する工程と、前記第2の電荷転送電極用の膜をケミカル・メカニカル・ポリッシング法により研磨して、前記第1の電荷転送電極上の前記第2の電荷転送電極用の膜を除去するとともに前記第2の電荷転送電極用の膜の表面が前記第1の電荷転送電極の表面と略同一平面上となるように平坦化する工程と、前記第2の電荷転送電極用の膜を前記第2の電荷転送電極にパターン形成する工程と、前記第1および第2の電荷転送電極を絶縁膜で覆った後に、前記絶縁膜で覆われた前記第1および第2の電荷転送電極を覆うとともに前記光電変換領域上に開口部を有した遮光膜を形成する工程とを含むことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体撮像装置およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の固体撮像装置の構成を図3に示す。図3(a)はその主要部の平面図、図3(b)は図3(a)のD-D断面図である。図3において、20は

2

シリコン基板に形成したp型不純物領域、21は電荷転送領域(CCDチャネル)となるn型不純物領域、22は光電変換領域となるn型不純物領域、23はゲート絶縁膜、24は第1の電荷転送電極である第1のポリシリコンゲート電極、25、28は絶縁膜、26は第2の電荷転送電極である第2のポリシリコンゲート電極、29は光電変換領域となるn型不純物領域22上に開口部29aを設けた遮光膜である。

【0003】この従来の固体撮像装置は、p型不純物領域20の表面の所定の領域に、光電変換領域となるn型不純物領域22と電荷転送領域となるn型不純物領域21とを設け、電荷転送領域となるn型不純物領域21上に、ゲート絶縁膜23を介して第1および第2のポリシリコンゲート電極24、26を電荷転送方向に交互に配置し、ポリシリコンゲート電極24、26を覆うとともに、光電変換領域となるn型不純物領域22上に光の入射領域を設定する開口部29aを有する遮光膜29を設けている。また、第1および第2のポリシリコンゲート電極24、26には重なり部分(オーバーラップ部)があり、その重なり部分は、図3(b)に示すように、積層構造になっている。なお、第1および第2のポリシリコンゲート電極24、26に、それぞれ所定のゲート電圧を印加することにより、電荷転送領域であるn型不純物領域21内を電荷が転送される。

【0004】このように構成された従来の固体撮像装置の製造方法を図4を参照しながら説明する。図4は従来の固体撮像装置の製造方法を示す工程断面図である。図4(a)～(d)において、左側の図は図3(a)のE-Eにおける工程断面図を示し、右側の図は図3(a)のF-Fにおける工程断面図を示す。

【0005】図4(a)に示すように、シリコン基板にp型不純物領域20を形成し、p型不純物領域20の表面の所定の領域に電荷転送領域となるn型不純物領域21と光電変換領域となるn型不純物領域22とを形成する。その後、ゲート絶縁膜23を形成し、第1のポリシリコンゲート電極24をパターン形成する。更に、絶縁膜25を形成した後に、第2のポリシリコンゲート電極用のポリシリコン膜26aを成長させる。

【0006】次に、図4(b)に示すように、全面にレジスト27を塗布した後、第2のポリシリコンゲート電極のパターン形成のためのレジスト27のパターンニングをフォトリソグラフィによって行った後に、図4(c)に示すように、ドライエッチングを行い、ポリシリコン膜26aを第2のポリシリコンゲート電極26にパターン形成する。次に、レジスト27を除去した後、図4(d)に示すように、熱酸化により絶縁膜28を形成し、その後、遮光膜29のパターンを形成する。この遮光膜29は、通常アルミニウム膜をスパッタリングして、その後、フォトリソグラフィ工程およびドライエッチング工程によりn型不純物領域22上に開口部29a



(3)

3

を形成する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の固体撮像装置では、第1のポリシリコンゲート電極24と第2のポリシリコンゲート電極26とが重なった部分（オーバーラップ部）の段差が大きいため、シリコン基板表面から遮光膜29の表面までの高さH2（図4（d））は大きくなる。したがって、斜めからn型不純物領域22（光電変換領域）に入射する入射光量は遮光膜29に遮光されて一部損失が発生する。入射光量が小さくなると固体撮像素子の基本特性である感度特性が劣化する。斜め入射光量が、特に集光性を高めるために大きくなると更に損失が大きくなる。したがって、遮光膜29の高さH2を低くする構造が有効であるが、単に遮光膜29を薄膜化すると遮光性の劣化（透過光量の増大）を生じてスミア特性の劣化を生じる。また、ポリシリコンゲート電極24、26の膜厚を薄膜化すると抵抗が増大し、入出力波形の歪みを生じ、転送効率等の問題を生じる。

【0008】また、遮光膜29は、前述したように、アルミニウム膜等をスパッタリングして、その後、フォトリソグラフィ工程およびドライエッチング工程により開口部29aを形成するが、ポリシリコンゲート電極24と26のオーバーラップ部の段差が大きいため、フォトリソグラフィ工程においてレジスト塗布時の膜厚にむらが生じたり、ドライエッチング工程においてもエッチングのばらつきが生じたりして、開口部29aを形成する遮光膜29のパターンニング精度に画素間でばらつきが発生し、これが画像上では画素間の感度ばらつきの原因となる。

【0009】また、オーバーラップ部を有するポリシリコンゲート電極24、26では、第1のポリシリコンゲート電極24上における第2のポリシリコンゲート電極26間のギャップL（図4（d））が、素子の微細化の妨げとなり、素子の小型化あるいは多画素化を進める上で問題となっていた。これは、第2のポリシリコンゲート電極26をパターン形成する際、図4（b）、（c）の工程で、フォトリソグラフィによってレジスト27のパターンニングを行い、ドライエッチングによってエッチングするが、第2のポリシリコンゲート電極26をパターン形成する際にギャップLの存在が素子の微細化での制限となる。

【0010】また、それぞれのn型不純物領域22（光電変換領域）に対応したマイクロレンズ層を形成するときに、遮光膜29のパターン形成後、全面に絶縁膜を形成しその表面を平坦化して平坦化絶縁膜とし、その平坦化絶縁膜の表面上にマイクロレンズ層を形成するが、ポリシリコンゲート電極24と26のオーバーラップ部の段差が大きいため、平坦化絶縁膜の表面の平坦化工程が難しく、平坦化が良好でなく、マイクロレンズ層のパターンニング精度に画素間でばらつきが発生し、これが画

4

像上では画素間の感度ばらつきの原因となる。

【0011】本発明の目的は、斜め入射光量の損失を抑えて感度特性を向上するとともに感度ばらつきを低減し、素子の微細化も図ることのできる固体撮像装置およびその製造方法を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の固体撮像装置は、半導体基板表面の複数の所定領域に形成された複数の光電変換領域と、半導体基板表面に形成され複数の光電変換領域から読み出した電荷を転送する電荷転送領域と、電荷転送領域上にゲート絶縁膜を介して電荷転送方向に交互に配置した第1および第2の電荷転送電極と、第1および第2の電荷転送電極を覆うとともに光電変換領域上に開口部を有した遮光膜とを備えた固体撮像装置であって、第1および第2の電荷転送電極に重なり部分が無く、第1および第2の電荷転送電極の表面が略同一平面上となるように平坦化したことを特徴とする。

【0013】この構成によれば、電荷転送領域上にゲート絶縁膜を介して電荷転送方向に交互に配置される第1および第2の電荷転送電極に重なり部分が無く、第1および第2の電荷転送電極の表面が略同一平面上となるように平坦化したことにより、第1および第2の電荷転送電極による段差を従来の約半分に小さくでき、第1および第2の電荷転送電極を覆う遮光膜の半導体基板表面からの高さが低くなるため、光電変換領域に斜めから入射する光の遮光膜によって遮光される量を少なくでき、感度特性を向上することができる。また、第1および第2の電荷転送電極による段差を従来の約半分に小さくできるため、その上の遮光膜形成時に、画素間における遮光膜のパターンニング精度のばらつきを抑えることができ、画素間の感度ばらつきを低減できる。また、従来のように第1の電荷転送電極上に第2の電荷転送電極が一部オーバーラップした構成では、第1の電荷転送電極上において第2の電荷転送電極間のギャップが存在し素子の微細化を行う上で制限となったが、そのようなギャップが無い場合、素子の微細化を容易に実現することができる。

【0014】請求項2記載の固体撮像装置は、請求項1記載の固体撮像装置において、遮光膜および複数の光電変換領域上の全面を覆い、表面を平坦化した平坦化絶縁膜を設け、平坦化絶縁膜上に光電変換領域に対応してマイクロレンズ層を設けたことを特徴とする。このマイクロレンズ層の下に設ける平坦化絶縁膜は、第1および第2の電荷転送電極による段差が小さいため、平坦化工程が容易となり、良好な平坦化を行うことができ、光電変換領域に対応して設けるマイクロレンズ層のパターンニング精度も向上し、画素間の感度ばらつきを低減できる。

【0015】請求項3記載の固体撮像装置の製造方法は、一導電型の半導体基板の表面に他導電型の複数の光

(4)

5

電変換領域および他導電型の電荷転送領域を形成した後、半導体基板の表面にゲート絶縁膜を形成し、電荷転送領域上にゲート絶縁膜を介して電荷転送方向に交互に配置した第1および第2の電荷転送電極を形成する固体撮像装置の製造方法であって、第1の電荷転送電極をパターン形成した後、第1の電荷転送電極を被覆する層間絶縁膜を形成する工程と、層間絶縁膜を形成した後、第2の電荷転送電極用の膜を全面に形成する工程と、第2の電荷転送電極用の膜をケミカル・メカニカル・ポリッシング法により研磨して、第1の電荷転送電極上の第2の電荷転送電極用の膜を除去するとともに第2の電荷転送電極用の膜の表面が第1の電荷転送電極の表面と略同一平面上となるように平坦化する工程と、第2の電荷転送電極用の膜を第2の電荷転送電極にパターン形成する工程と、第1および第2の電荷転送電極を絶縁膜で覆った後に、絶縁膜で覆われた第1および第2の電荷転送電極を覆うとともに光電変換領域上に開口部を有した遮光膜を形成する工程とを含むことを特徴とする。

【0016】この製造方法によれば、第2の電荷転送電極用の膜を全面に形成した後、第2の電荷転送電極用の膜をケミカル・メカニカル・ポリッシング法により研磨して、第1の電荷転送電極上の第2の電荷転送電極用の膜を除去するとともに第2の電荷転送電極用の膜の表面が第1の電荷転送電極の表面と略同一平面上となるように平坦化し、その後で第2の電荷転送電極用の膜を第2の電荷転送電極にパターン形成することにより、第1および第2の電荷転送電極に重なり部分が無く、第1および第2の電荷転送電極の表面が略同一平面上に平坦化されるため、第1および第2の電荷転送電極による段差を従来の約半分に小さくでき、第1および第2の電荷転送電極を覆う遮光膜の半導体基板表面からの高さを低くできる。そのため、光電変換領域に斜めから入射する光の遮光膜によって遮光される量を少なくでき、感度特性を向上することができる。また、第1および第2の電荷転送電極による段差を従来の約半分に小さくできるため、その上の遮光膜形成時に、画素間における遮光膜のパターニング精度のばらつきを抑えることができ、画素間の感度ばらつきを低減できる。また、従来のように第1の電荷転送電極上に第2の電荷転送電極が一部オーバーラップした構成では、第1の電荷転送電極上において第2の電荷転送電極間のギャップが存在し素子の微細化を行う上で制限となったが、そのようなギャップが無くなるため、素子の微細化を容易に実現することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。図1は本発明の実施の形態の固体撮像装置の構成を示し、図1(a)はその主要部の平面図、図1(b)は図1(a)のA-A断面図である。図1において、10はシリコン基板に形成したp型不純物領域、11は電荷転送領域(CCDチャネ

6

ル)となるn型不純物領域、12は光電変換領域となるn型不純物領域、13はゲート絶縁膜、14は第1の電荷転送電極である第1のポリシリコンゲート電極、15、18は絶縁膜、16は第2の電荷転送電極である第2のポリシリコンゲート電極、19は光電変換領域となるn型不純物領域12上に開口部19aを設けた遮光膜である。

【0018】この固体撮像装置は、電荷転送領域となるn型不純物領域11上にゲート絶縁膜13を介して電荷転送方向に交互に配置した第1および第2のポリシリコンゲート電極14、16に重なり部分が無く、第1および第2のポリシリコンゲート電極14、16の表面が略同一平面上となるように平坦化したことを特徴とする。なお、第1および第2のポリシリコンゲート電極14、16に、それぞれ所定のゲート電圧を印加することにより、電荷転送領域であるn型不純物領域11内を電荷が転送される。

【0019】このように構成される本実施の形態の固体撮像装置の製造方法を図2を参照しながら説明する。図2は図1の固体撮像装置の製造方法を示す工程断面図である。図2(a)～(d)において、左側の図は図1(a)のB-Bにおける工程断面図を示し、右側の図は図1(a)のC-Cにおける工程断面図を示す。

【0020】図2(a)では、図4(a)と同様に、シリコン基板にp型不純物領域10を形成し、p型不純物領域10の表面の所定の領域に電荷転送領域となるn型不純物領域11と光電変換領域となるn型不純物領域12とを形成する。その後、ゲート絶縁膜13を形成し、第1のポリシリコンゲート電極14をパターン形成する。更に、第1のポリシリコンゲート電極14を覆う絶縁膜15を形成した後に、第2のポリシリコンゲート電極用のポリシリコン膜16aを成長させる。

【0021】次に、図2(b)に示すように、第2のポリシリコンゲート電極用のポリシリコン膜16aをCMP法(ケミカル・メカニカル・ポリッシング法;化学的機械的研磨法)により研磨して、第1のポリシリコンゲート電極14上のポリシリコン膜16aを除去する。これによって、第1のポリシリコンゲート電極14と第2のポリシリコンゲート電極用のポリシリコン膜16aとの重なり部分が無くなるとともに、第1のポリシリコンゲート電極14とポリシリコン膜16aの表面は略同一平面上に平坦化される。

【0022】次に、図2(c)に示すように、全面にレジスト17を塗布した後、第2のポリシリコンゲート電極のパターン形成のためのレジスト17のパターニングをフォトリソグラフィによって行い、その後、ドライエッチングを行ってポリシリコン膜16aを第2のポリシリコンゲート電極16にパターン形成する。次に、レジスト17を除去した後、図2(d)に示すように、ポリシリコンゲート電極14、16を熱酸化して絶縁膜



(5)

7

18を形成し、その上に遮光膜19のパターンを形成する。この遮光膜19は、従来同様、アルミニウム膜等をスパッタリングして、その後、フォトリソグラフィ工程およびドライエッチング工程によりn型不純物領域12上に開口部19aを形成する。

【0023】以上のように本実施の形態によれば、第2のポリシリコンゲート電極用のポリシリコン膜16aをCMP法により研磨することにより、第1のポリシリコンゲート電極14上のポリシリコン膜16aを除去するとともにポリシリコン膜16aの表面が第1のポリシリコンゲート電極14の表面と略同一平面上となるように平坦化し、その後で第2のポリシリコンゲート電極16にパターン形成することにより、第1および第2のポリシリコンゲート電極14、16に重なり部分が無く、第1および第2のポリシリコンゲート電極14、16の表面が略同一平面上に平坦化された固体撮像装置が得られる。このように、第1および第2のポリシリコンゲート電極14、16に重なり部分が無いため、第1および第2のポリシリコンゲート電極14、16による段差を従来の約半分に小さくでき、第1および第2のポリシリコンゲート電極14、16を覆う遮光膜19のシリコン基板表面からの高さH1（図2（d））を低くできる。そのため、光電変換領域であるn型不純物領域12に斜めから入射する光の遮光膜19によって遮光される量を少なくでき、感度特性を向上することができる。

【0024】なお、本実施の形態では、遮光膜19のシリコン基板表面からの高さH1を低くするために、遮光膜19やポリシリコンゲート電極14、16の膜厚の薄膜化を行っていないため、遮光膜19の遮光性の劣化およびスミア特性の劣化を生じることなく、また、ポリシリコンゲート電極14、16の抵抗が増大し、入出力波形の歪みを生じ、転送効率等の問題を生じることもない。

【0025】また、第1および第2のポリシリコンゲート電極14、16による段差を従来の約半分に小さくできるため、その上の遮光膜19の開口部19aの形成時に、画素間における遮光膜19のパターンニング精度のばらつきを抑えることができ、画素間の感度ばらつきを低減できる。また、図3に示す従来のように第1のポリシリコンゲート電極24上に第2のポリシリコンゲート電極26が一部オーバーラップした構成では、第1のポリシリコンゲート電極24上において第2のポリシリコンゲート電極26間のギャップL（図4（d））が存在し素子の微細化を行う上で制限となったが、本実施の形態では、そのようなギャップが無くなるため、素子の微細化を容易に実現することができる。

【0026】また、遮光膜19の形成後に、全面に絶縁膜を形成しその表面を平坦化した平坦化絶縁膜を設け、その上に光電変換領域であるn型不純物領域12のそれぞれに対応してマイクロレンズ層を設けるときに、第1

8

および第2のポリシリコンゲート電極14、16による段差が小さいため、平坦化絶縁膜の平坦化工程が容易となり、良好な平坦化を行うことができ、その上に設けるマイクロレンズ層のパターンニング精度も向上し、画素間の感度ばらつきを低減できる。

【0027】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、電荷転送領域上にゲート絶縁膜を介して電荷転送方向に交互に配置される第1および第2の電荷転送電極に重なり部分が無く、第1および第2の電荷転送電極の表面が略同一平面上に平坦化されるため、第1および第2の電荷転送電極による段差を従来の約半分に小さくでき、第1および第2の電荷転送電極を覆う遮光膜の半導体基板表面からの高さを低くできる。そのため、光電変換領域に斜めから入射する光の遮光膜によって遮光される量を少なくでき、感度特性を向上することができる。また、第1および第2の電荷転送電極による段差を従来の約半分に小さくできるため、画素間における遮光膜のパターンニング精度のばらつきを抑えることができ、画素間の感度ばらつきを低減できる。また、従来のように第1の電荷転送電極上に第2の電荷転送電極が一部オーバーラップした構成では、第1の電荷転送電極上において第2の電荷転送電極間のギャップが存在し素子の微細化を行う上で制限となったが、そのようなギャップが無くなるため、素子の微細化を容易に実現することができる。

【0028】さらに、平坦化絶縁膜を設け、その上にマイクロレンズ層を設けるとときに、第1および第2の電荷転送電極による段差が小さいため、平坦化絶縁膜の平坦化工程が容易となり、良好な平坦化を行うことができ、光電変換領域に対応して設けるマイクロレンズ層のパターンニング精度も向上し、画素間の感度ばらつきを低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の固体撮像装置の主要部の構成を示す平面図および断面図である。

【図2】本発明の実施の形態の固体撮像装置の製造方法を示す工程断面図である。

【図3】従来の固体撮像装置の主要部の構成を示す平面図および断面図である。

【図4】従来の固体撮像装置の製造方法を示す工程断面図である。

【符号の説明】

- 10 p型不純物領域
- 11 n型不純物領域（電荷転送領域）
- 12 n型不純物領域（光電変換領域）
- 13 ゲート絶縁膜
- 14 第1のポリシリコンゲート電極（第1の電荷転送電極）
- 15、18 絶縁膜
- 16 第2のポリシリコンゲート電極（第2の電荷転送電極）

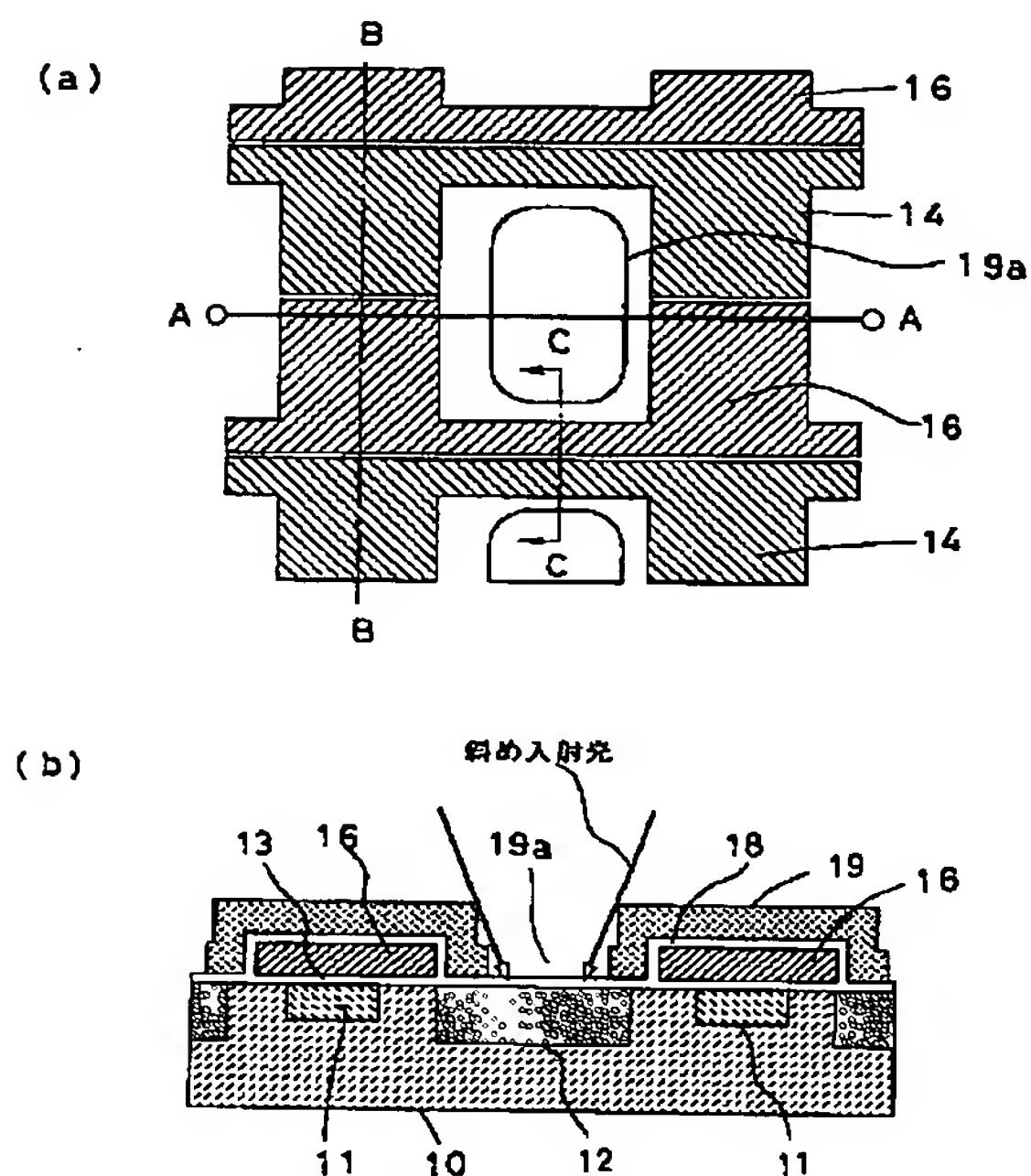
(6)

9

電極)

16a 第2のポリシリコンゲート電極用のポリシリコン膜

【図 1】



- |     |                            |
|-----|----------------------------|
| 10  | p型不純物領域                    |
| 11  | n型不純物領域 (電荷伝送領域)           |
| 12  | n型不純物領域 (光電変換領域)           |
| 13  | ゲート絶縁膜                     |
| 14  | 第1のポリシリコンゲート電極 (第1の電荷伝送電極) |
| 16  | 第2のポリシリコンゲート電極 (第2の電荷伝送電極) |
| 17  | レジスト                       |
| 18  | 絶縁膜                        |
| 19  | 遮光膜                        |
| 19a | 遮光膜の開口部                    |

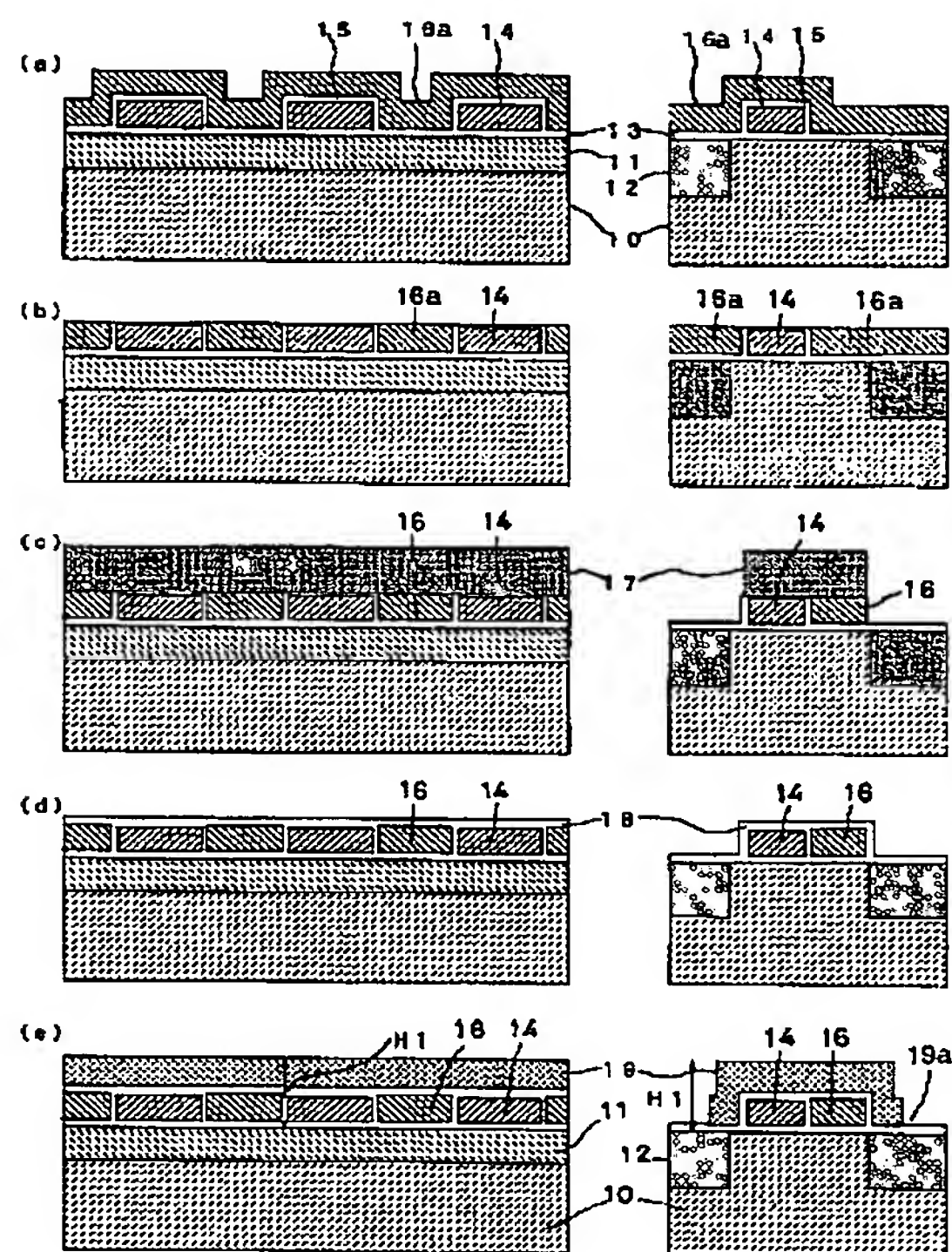
10

## 17 レジスト

## 19 遮光膜

19a 遮光膜の開口部

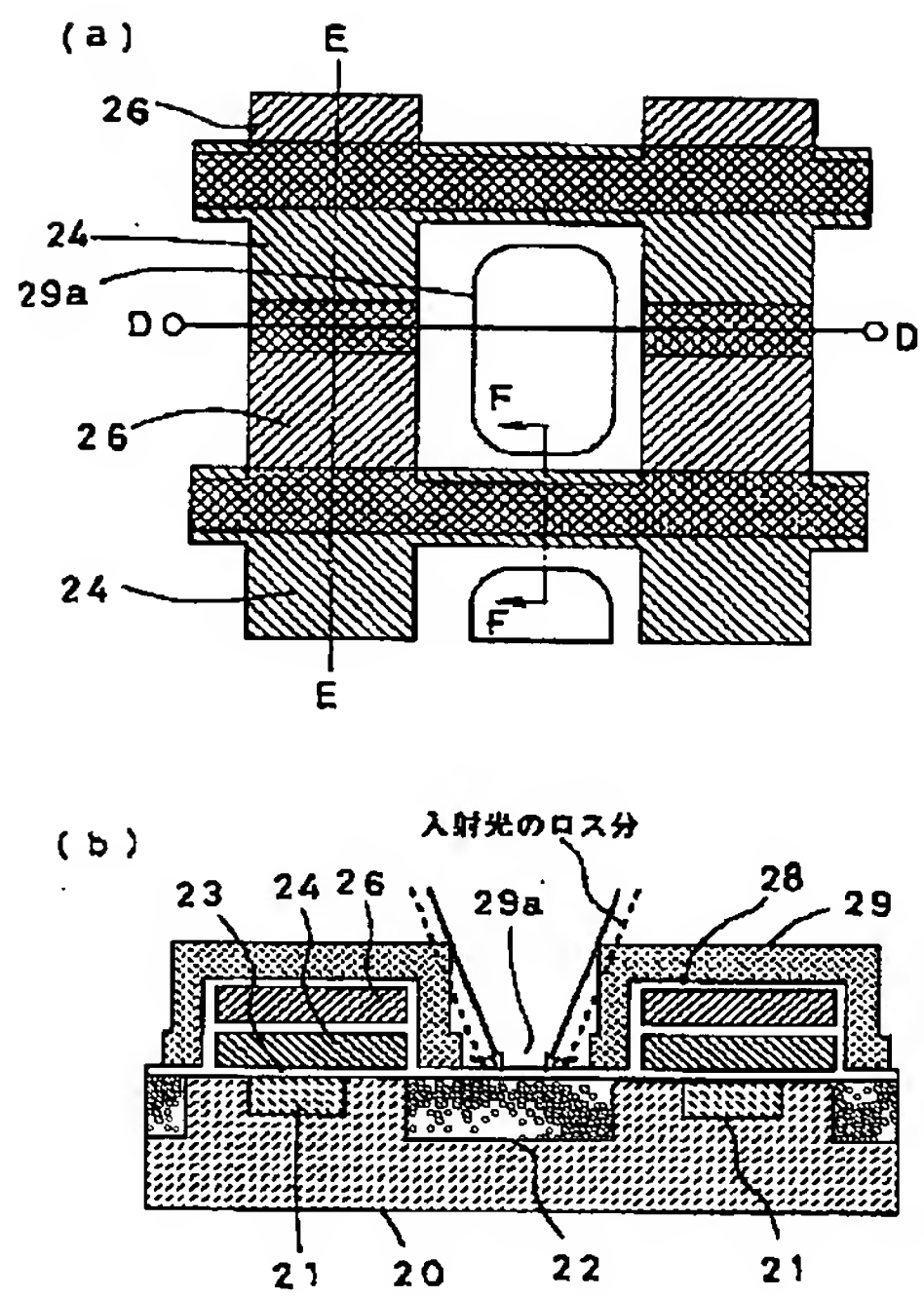
【図 2】



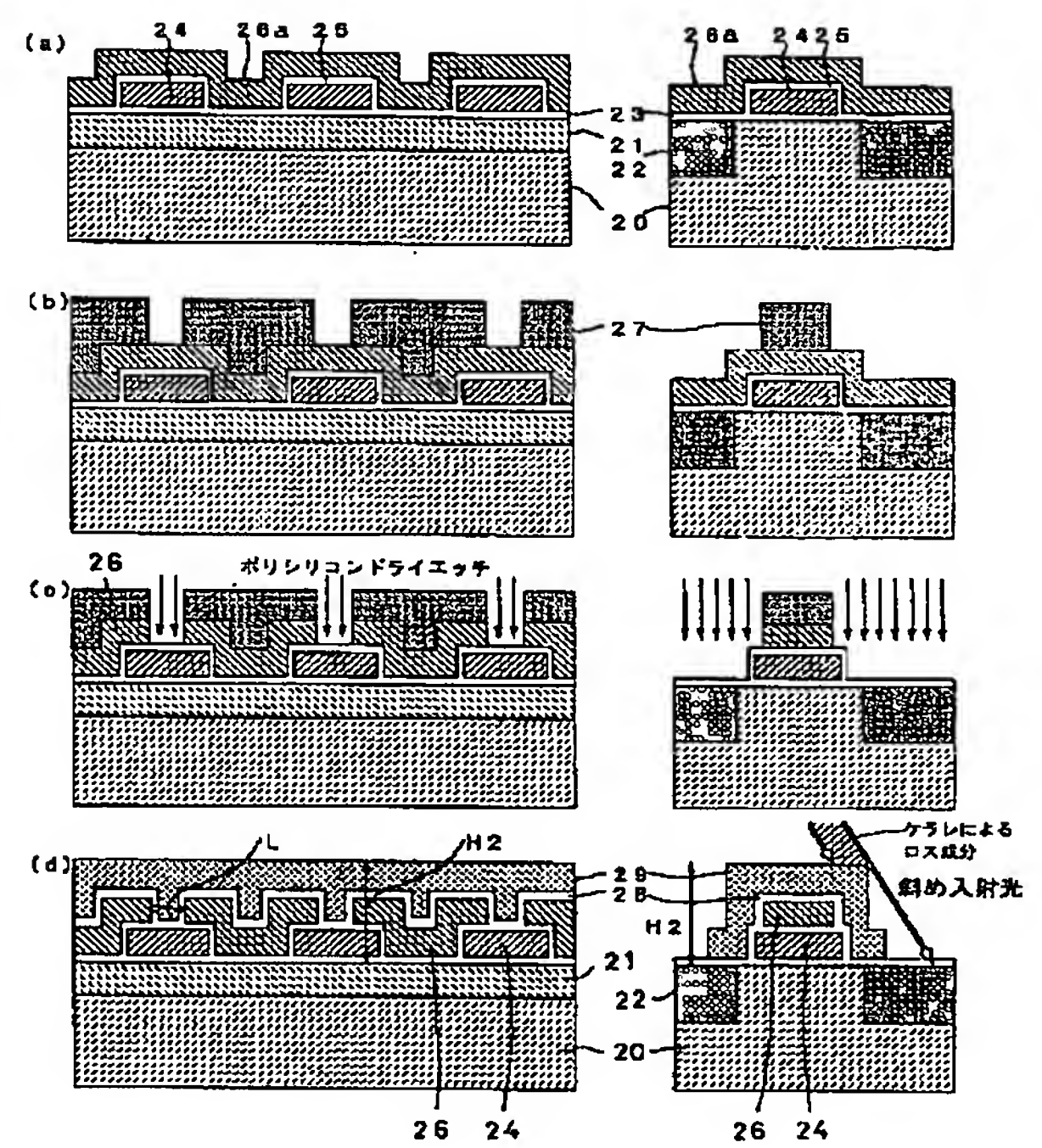
- 14 第1のポリシリコンゲート電極（第1の電荷転送電極）  
15 絶縁膜  
16 第2のポリシリコンゲート電極（第2の電荷転送電極）  
18a 第2のポリシリコンゲート電極用のポリシリコン膜  
17 レジスト

(7)

【図3】



【図4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**